1999—2022 年中国科技创新政策工具的演化过程研究

郄海拓[1]，姚雨非[2]，王宛秋[3]，张志娟[1]
（1. 中国科学技术信息研究所，北京 100038；
2. 北京交通大学电气工程学院，北京 100044；
3. 北京工业大学经济与管理学院，北京 100124）

摘 要：为将中国不同阶段科技创新政策工具的演化过程研究直观展示出来，以支持政策工具的决策布局，以 1999—2022 年中国科技创新政策样本为研究对象，研究该时间段内 3 个阶段国家级科技创新政策工具的演变情况。将供给型科技创新政策工具、需求型科技创新政策工具和环境型科技创新政策工具的演变过程，基于 Python 软件构建主题河流图（ThemeRiver）模型，以主题河流图实现演变过程的可视化。结论显示，第一阶段以环境型科技创新政策工具为主；第二阶段需求型科技创新政策工具增长迅速；第三阶段各类科技创新政策工具占比趋于平衡。据此提出了政策决策者应客观认识科技创新政策工具的演变阶段；总结剧烈的变革调整阶段的经验，优化布局科技创新政策工具及其组合的投放与使用；持续重视科技创新政策工具的优化和布局，设计科技创新政策工具组合的柔性动态调整机制，不断发挥科技对科技创新的提升作用等政策建议。

关键词：政策工具；科技创新政策；主体河流图
中图分类号：G322 **文献标识码**：A DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2024.02.003

1 研究背景与意义

1.1 研究背景

科技创新政策（Science Technology and Innovation Policy，STI）是对科学、技术和创新三类政策的统称[1]，创新政策以促进创新的产生、利用和扩散为目标[2]，对创新活动有引导和支持作用。政策工具是构成政策系统的单元，是用来实现政策目标的方法、措施[3]和手段[4]。因此科技创新政策的出台与政策工具的运用具有一致且明确的目的性，即在特定的经济和社会环境下促进科技创新，支持和引导资源向重点目标领域集聚，解决发展中遇到的问题，实现科技创新支持经济、安全、民生等领域发展的目标，并且提供一定的制度依据。因此，政策工具相关研究一直是学术界的研究热点。

中国科技创新政策的受众很广，创新资源的集聚不平衡[5]，因此地方政策决策者需要通过领会国家级科技创新政策的政策意图，并结合本地区的实际情况制定和落实地方政策、产业企业决策者也需要依据政策意图进行经营决策，特别是与科技创新相关的决策。现有研究已对中国科技创新政策在不同阶段的重点变迁情况进行了研究[6]，而政策工具层面的研究有助于理解政府如何通过具体手段和方

第一作者简介：郄海拓（1988—），女，博士，副研究员，主要研究方向为科技创新政策、区域创新。
通信作者简介：张志娟（1981—），女，博士，研究员，主要研究方向为区域创新。电子邮箱：zhangzj@istic.ac.cn
项目来源：青岛市科技创新战略研究计划项目“基于国际化创新型城市建设探索创建国家区域科技创新中心路径研究”（23-2-7-zlyj-1-zhc）。
收稿日期：2023-03-09

式达成预期目标。相较于政策研究，政策工具层面的研究对政策制定者的“立改废”决策有更强的指导意义，也有助于更好地评价政策效果。因此本文拟从政策工具的角度分析 1999—2022 年中国科技创新政策工具的演化情况，揭示其演化过程，从而更好地支持政策决策者与政策受众解读政策、判断趋势以及完成各类决策。

1.2 研究意义

在理论意义方面，本文通过主题河流图直观展示了中国科技创新政策工具的演变过程，拓展了政策工具的研究范围，丰富了现有政策工具分析的理论与方法，为后续研究提供理论基础。在实践意义方面，对中国科技创新政策工具在 1999—2022 年中 3 个发展阶段的演化过程进行研究，并予以可视化呈现，能直观地揭示中国科技创新政策工具在不同阶段的演变情况。其剖析了政策工具的演变过程与特征，有助于理解中国科技创新政策工具的演变规律与不同阶段的特征；也有助于政策受众和下级政策制定者加深对政策工具的理解，把握政策工具演变趋势和理性决策。

1.3 研究样本与阶段划分

本文样本主要来自“北大法宝”数据库，以关键词“科技”并且“创新”为条件对中国国家级科技创新政策进行筛选，“北大法宝”数据库的首条政策出现在 1999 年，以此次筛选为样本起点，由于要选择完整年份，因此将样本时间窗口设定为 1999—2022 年。选定北大法宝中符合要求的政策后，再通过逐条查阅中华人民共和国科学技术部官网和中央人民政府官网公布的科技创新政策进行查漏补缺，补充的目的主要是避免在“北大法宝”数据库中设定的筛选条件会将标题中不包含“科技”并且“创新”但实际上涉及科技创新且比较重要的科技创新政策补充进来，如《“十四五”国家高新技术产业开发区发展规划》等。去除已失效、与科技创新活动相关性较低的样本，最终得到 254 项政策。

依据已有研究 [6] 对 1999—2022 年中国科技创新政策不同阶段进行划分，将选定时间窗口设定为 3 个阶段，即第一阶段是 1999—2005 年的改革发展期、第二阶段是 2006—2011 年的自主创新探索期、第三阶段是 2012 年以后的创新驱动期。3 个阶段划分方法最重要的两个时间节点为 2006 年和 2012 年，2006 年国务院公报发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》[7]，2012 年全国科技创新大会提出创新驱动发展战略 [8]，同年，党的十八大也提出要“实施创新驱动发展战略”，可见 2006 年和 2012 年分别是自主创新探索和创新驱动战略的时间节点。此外两个时间节点的选择也有相关文献支持 [6, 9–11]。

本文还在中国知网上以“中国 / 我国科技创新政策”为主题或关键词进行搜索，并将文献数量进行统计，以判断文献的分布情况是否也能支持前文献中的阶段划分，统计结果如图 1 所示。

从文献统计结果可以明显看出，1999—2005 年文献数量较少，2006—2011 年文献数量出现了明显的震荡上升，2012 年以后则表现为稳定增长，因此也能辅助验证前文献对中国科技创新政策不同阶段的划分是较科学的。

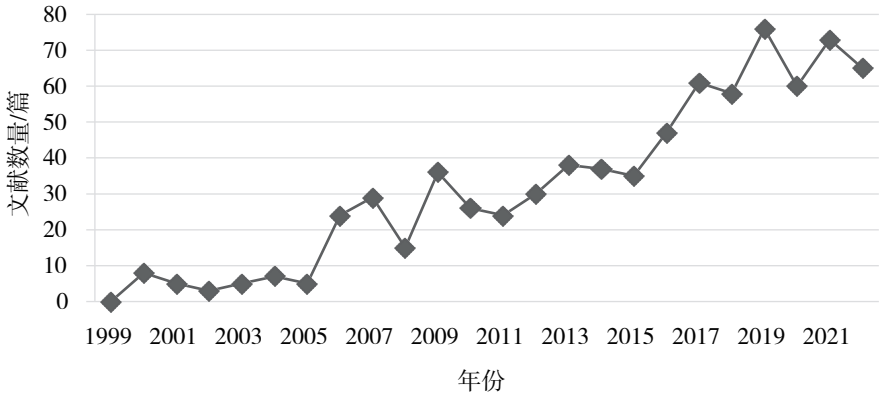

图 1　中国知网中中国 / 我国科技创新政策相关文献分布统计结果

注：1992 年有一篇符合要求的文献，但是由于 1993—1999 都没有文献出现，且前文献选取的时间起点是 1999 年，因此将 1992 年的一篇文献略去不记，时间从 1999 年开始。

2 文献综述

2.1 科技创新政策研究

科技创新政策旨在促进经济增长和创造创新收益[12]。现有的主要科技创新政策理论包括：一是尼尔逊（Nelson）和艾罗（Arrow）为代表的新古典学派，政策重点在于干预市场失灵，平衡社会与私人收益。二是以费里曼（Freeman），罗森伯格（Rosenberg）和 Nelson 为代表的新熊彼特学派，政策重点在于引导技术扩散和鼓励企业响应政策。三是以 Freeman，Nelson 和伦德瓦尔（Lundvall）为代表的国家创新体系学派，重点在于开展广泛的科技政策。四是进化理论学派，以 Nelson 和温特（Winter）为代表学者，重点在于支持新事物以推动创新[13]。

2.2 科技创新政策分类

Rothwell 等[14]提出将科技创新政策划分为供给型、需求型和环境型 3 种类型，这种分类也是学术界沿用最多的。Edler 等[15]则将政策划分为供给型和需求型，因为环境型涉及较多方面，大部分政策都会包含环境型。范柏乃等[16]则在供给型、需求型和环境型分类的基础上增加了基础型政策。Rothwell[17]后又按不同标准将政策划分为科技型和产业型两大类型。Ergas[18]则认为使命导向型与扩散导向型的划分方式较为合理，前者以美国、英国和法国为代表，政策集中度高；后者以瑞士和德国为代表，政策集中度较低。另外还有很多的划分方式，如一般型和特定型[19]；调控型和一般刺激型[20-21]；一般型、紧迫型和强制型[22]；使命型、扩散型、一般型、特定型、地方主导型、中央主导型[23]；非商业化型、预见型，任务导向型和扩散导向型[24]；渐进型、突破型、自发型[25]；以及短期、中期以及长期[26]；政府补贴、专利保护、税收政策和政府采购等[27]。本文采用的分类方式是供给型、需求型和环境型的分类方式。

2.3 政策工具研究

各类创新政策工具之间往往不是单一起作用的，而是根据政策目标和受众特点进行配合[28]，创新政策组合能有效促进技术创新[29]。本文将科技创新政策工具按照供给型、需求型和环境型进行划分，此处的科技创新政策工具研究综述也主要依据此种分类。

针对科技创新政策工具的分类，学者进行了广泛研究。徐硼等[30]认为供给型科技创新政策工具指政府部门通过支持科技创新相关要素，直接助力科技创新相关活动。如培养人力资源、支持科技信息、建设基础设施、投入资金和提供公共服务等。需求型科技创新政策工具则是指政府部门着力减少科技创新过程中的不确定性以支持科技创新活动。如政府采购、贸易管制、服务外包和海外机构管理等。环境型科技创新政策工具是指政府部门通过优化政策环境影响科技创新的利益相关者，间接助力科技创新。如目标规划、金融支持、税收优惠、法规管制和策略性措施等。邱德胜等[31]提出供给型科技创新政策工具指政府通过人、财、技术等要素支持产业发展。环境型科技创新政策工具指政府通过目标规划、知识产权保护、税费优惠、金融支持和法规管制等方式创造有利于技术创新和产业升级的政策环境。赵筱媛等[32]提出需求型科技创新政策工具则是指政府通过政府采购、外包和贸易管制等措施直接引导需求和培育、开拓市场，降低不确定性。王帮俊等[33]在光伏产业相关研究中，提出供给型科技创新政策工具是指政府通过采用基础设施建设、资金支持等方式，从人才、信息和资金等方面予以目标产业支持。需求型科技创新政策工具是指政府通过政府采购、示范工程试点等方式，消除目标产业发展中的不确定性。环境型科技创新政策工具是指政府通过金融支持、法规管制等方式，为产业发展建立理想的政策环境。

除上述文献外，本文还参考了其他相关研究[34-36]，对各类科技创新政策工具包含的类型予以汇总，具体见表 1 所示。

综上所述，供给型科技创新政策工具主要是对目标受众予以资源上的直接支持，需求型科技创新政策工具偏重降低目标受众创新过程的不确定性，环境型科技创新政策工具则旨在为目标受众创建各种良好的政策环境以促进创新。

2.4 科技创新政策工具组合研究

本文在政策文本整理的过程中发现，中国科技创新政策工具随时间推移，显示出明显的向多种政策工具有序组合变化的趋势。彭纪生等[37]的研究对此现象也有所提及，他还提出政策工具组合比单一政策工具对提升企业创新绩效效果更佳。张永安等[38]也认为运用政策工具组合的效率优于单一

表 1　中国科技创新政策工具分类

分类	具体科技创新政策工具
供给型	信息支持与服务、基础设施建设、公共服务、政府研发补贴、人才激励、其他资金投入、教育培训等
需求型	贸易管制、海外机构管理、政府采购、技术认定、服务外包、示范工程等
环境型	税收优惠、金融支持、服务支持、知识产权、法律法规、策略性措施、目标规划等

政策工具。因此，研究科技创新政策工具及其组合的演化是必然趋势，也是十分有必要的。

3　研究设计

3.1　研究方法

本文利用 Python 软件完成主题河流图（ThemeRiver）模型以实现中国不同阶段科技创新政策工具演化过程的可视化分析。

2000 年，Havre 等 [39-40] 提出 ThemeRiver 模型，是以河流为隐喻，展现文本随着时间推移主题变化的可视化模型，能够将多个主题的变化趋势与波动强度等演化状态清晰直观地展现出来 [41]，有利于发现与时间相关的变化规律，ThemeRiver 模型在众多领域中都有广泛应用 [42-44]。该模型可同时进行宏观与微观的跟踪分析，处理多变量时间序列数据 [39]，对主题个数没有严格限制，且无论主题如何变化，其可视化后的走向都很清晰 [45]，对趋势和演化状态的识别很有帮助。

3.2　研究过程

本文的研究过程如图 2 所示。第一步将国家级科技创新政策进行整理与筛选，形成政策数据库 [6]；第二步依据前文献中的划分，将中国科技创新政策的文本依据 3 个阶段进行分类和二次整理；第三步将每个阶段每一项科技创新政策进行逐一编码并阅读研究，按照年份和 3 个阶段整理出每项政策中所提及的政策工具，并将其划分供给型科技创新政策工具、需求型科技创新政策工具或者环境型科技创新政策工具，然后记录结果（需要说明的一点是，一项政策中往往包含一类以上的政策工具，均需要逐一进行记录），具体而言，对于某一项政策，如果出现了环境型科技创新政策工具，则在对应的统计表中记录为 1，否则为 0，供给型科技创新政策工具和需求型科技创新政策工具与之同理，将样本中的 254 项政策逐一进行记录整理；第四步是按照 ThemeRiver 模型以及 Python 软件对数据格式的要求，将上一步完成的记录数据进行详细的统计和汇总，生成主题河流图，并予以分析；第五步总结研究结论，并提出政策建议。

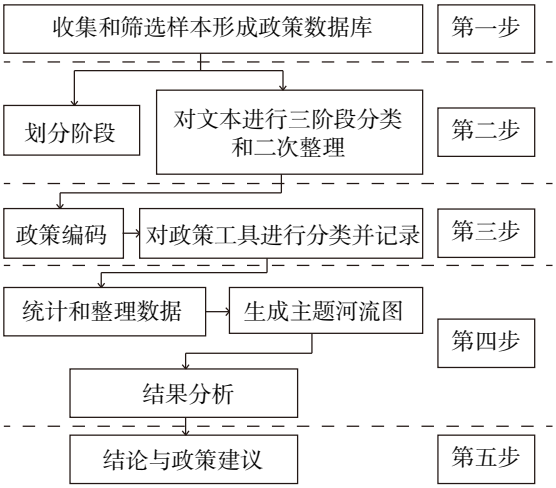

图 2　研究过程图

4　结果与分析

4.1　科技创新政策工具统计结果

根据上述研究过程对科技创新政策工具进行统计，例如，2022 年 9 月科技部印发的《“十四五”国家高新技术产业开发区发展规划》中，提到要引导园区落实企业基础研究投入税收优惠政策属于环境型科技创新政策工具；支持园区探索科技型中小企业创新产品政府采购制度，加大高端装备首台（套）、新材料首批次、软件首版次等创新产品政府非招标采购力度属于需求型科技创新政策工具；引导园区加大绿色基础设施建设属于供给型科技创新政策工具。因此，在数据统计时，将该项政策对应的 3 类科技创新政策工具中都标注为“1”。本文将 254 项政策逐一进行统计并依年度汇总，结果如图 3 所示。

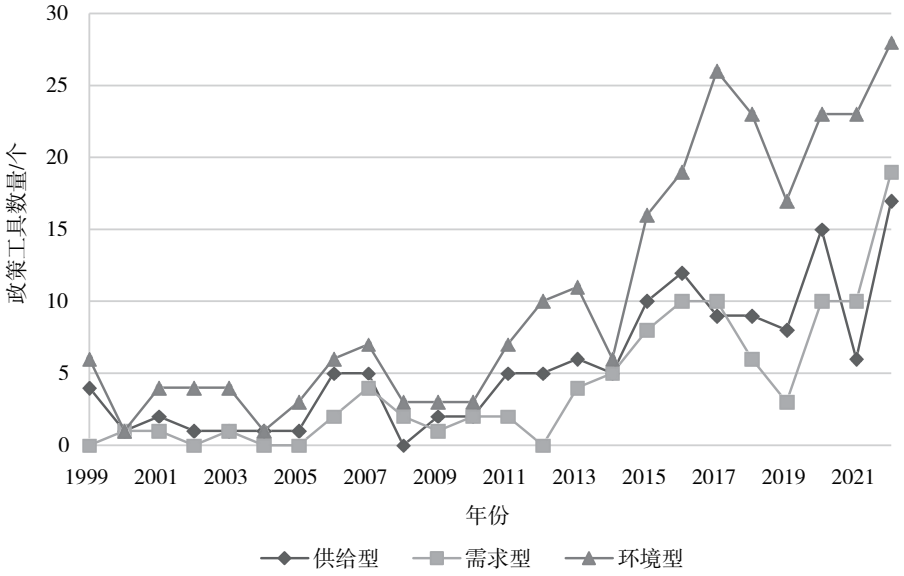

图 3　1999—2022 年中国科技创新政策工具分类情况分布

由图 3 可见，中国科技创新政策工具数量总体上呈现环境型科技创新政策工具高于供给型科技创新政策工具、供给型科技创新政策工具高于需求型科技创新政策工具的态势，但是需求型科技创新政策工具的数量在后期存在迅速赶超的态势，并在样本末期超过了供给型科技创新政策工具的数量。另外，三类科技创新政策工具的数量总体走势都是上升的，说明科技创新政策工具的运用越来越广泛。

4.2　主题河流图

4.2.1　总体主题河流图

采用 Python 软件构建 ThemeRiver 模型，生成总体主题河流图如图 4 所示。

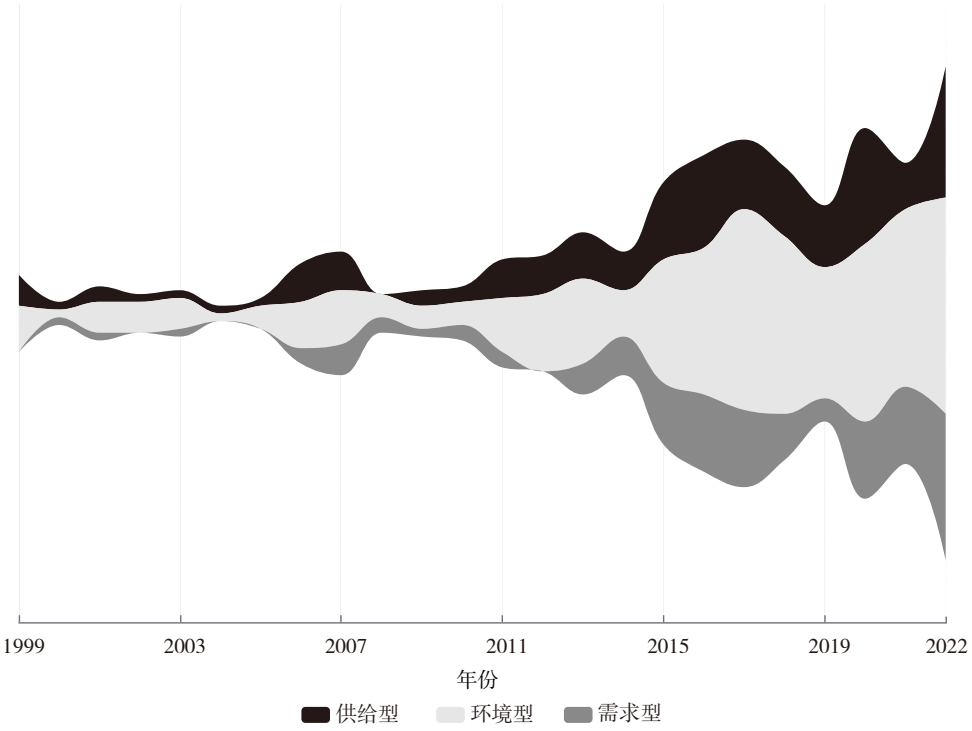

图 4　1999—2022 年中国科技创新政策工具总体主题河流图

4.2.2 三阶段主题河流图

为加深研究深度，对 1999—2022 年中国科技创新政策工具的三阶段进行分析，生成三阶段主题河流图如图 5 所示，三阶段政策工具占比统计情况如表 2 所示。

结合 1999—2022 年中国科技创新政策工具占比统计情况（如表 2 所示），对三阶段政策工具进行具体分析。

由图 4 可见，中国科技创新政策工具的总体演变过程呈现出了很明显的“喇叭”形，这说明政策工具的运用越来越广泛，数量提升很快。从总体趋势来看，前期变化幅度很小，中前期有一个调整阶段（从图形看有明显凹凸变化），中后期则呈现稳定、有序扩大趋势。由图 4 数量的总体态势可以得出，中国科技创新政策工具数量总体呈现上升态势，3 种政策工具数量都有提升，政策工具组合运用的方式更加有序和普遍，且后期这种态势更明显。

5 结论与建议

研究采用 Python 软件构建 ThemeRiver 模型，生成 1999—2022 年中国不同阶段科技创新政策工具的主题河流图，直观地呈现了该时期中国科技创新政策工具的演化过程。结合主题河流图和相关数据展现的结果，具体结论如下。

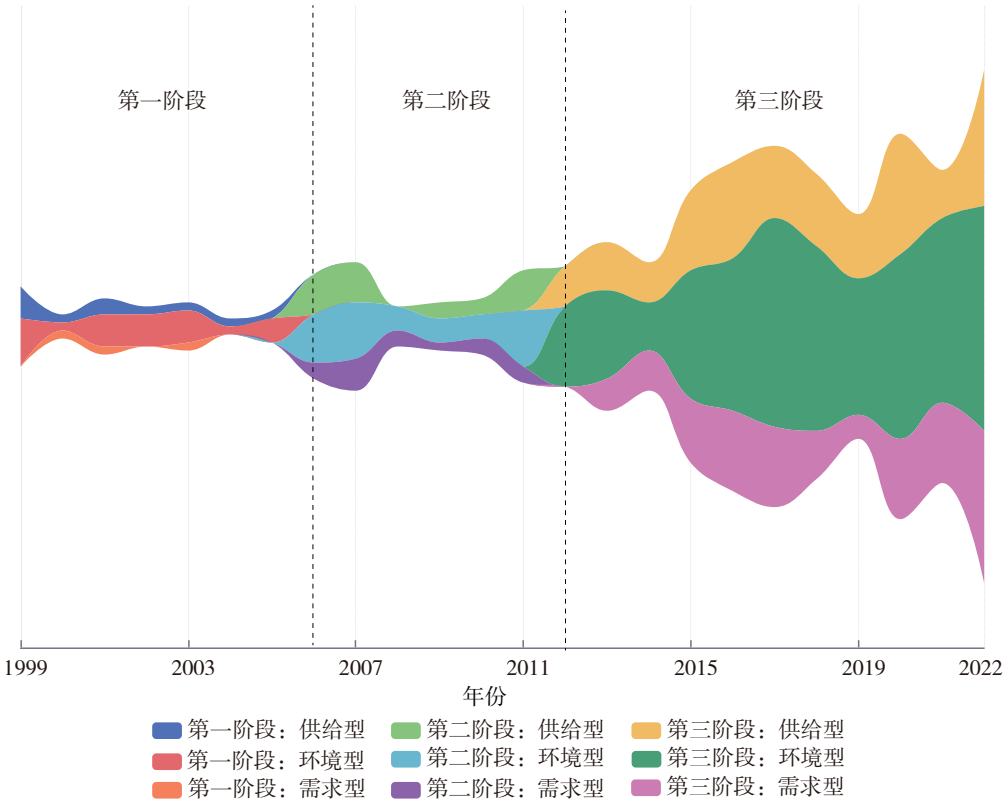

图 5 1999—2022 年中国科技创新政策工具三阶段主题河流图

表 2 1999—2022 年中国科技创新政策工具占比统计情况

阶段	供给型		需求型		环境型		合计 / 个
	数量 / 个	占比 /%	数量 / 个	占比 /%	数量 / 个	占比 /%	
第一阶段	11	29.73	3	8.11	23	62.16	37
第二阶段	19	31.15	13	21.31	29	47.54	61
第三阶段	102	26.22	85	21.85	202	51.93	389

（1）第一阶段以环境型科技创新政策工具为主。

由图 5 及表 2 可知，第一阶段以环境型科技创新政策工具为主，占比为 62.16%，本阶段中国政府重视创造良好稳定的外部环境；排名第二位是供给型科技创新政策工具，占比为 29.73%；最少的是需求型科技创新政策工具，占比仅为 8.11%。结合图 5 可见，1999—2005 年，政策工具数量总体变化不大，其运用还不普遍。由此可知，第一阶段科技创新政策工具使用数量少，且数量保持在低位。究其原因是第一阶段科技创新政策的总体数量较少，此阶段对于科技创新的重视尚不足，偏重有计划和有序的管理[6]，科技创新政策工具的运用还未得到广泛重视。

本阶段环境型科技创新工具占比最高，阶段内政策工具数量变化最少，需求型科技创新政策工具占比极低。中国科技创新事业处于起步阶段，科技创新政策以改善政策环境为主，此阶段原始政策文件中常用的环境型科技创新工具包括税收优惠、金融支持、服务支持、知识产权、目标规划和法律法规等。同时第一阶段也开始支持科技创新事业相关的资源供给，通过创新要素的直接供给，帮助和引导政策受众开展科技创新活动。如信息支持与服务、基础设施建设、人才激励、其他资金投入和教育培训等。本阶段需求型科技创新工具很少，说明此时对降低科技创新活动中的不确定性还没有予以重视。究其原因是此阶段科技创新事业处于起步阶段，创新活力不足，而环境型科技创新政策工具的运用能够迅速惠及利益相关者，提振创新活力，优化政策环境，同时向创新活动参与者传递支持创新的正向信号，因此该阶段的政策工具呈现此类特征。政策决策者应客观认识科技创新政策工具的演变阶段，虽然本阶段政策工具数量明显不足，但其也是为下一阶段积蓄资源的必经阶段。

（2）第二阶段需求型科技创新政策工具增长迅速。

由图 5 及表 2 可知，第二阶段经历了一个较大程度的调整变化期，此时虽然环境型科技创新政策工具数量还是最多的，但占比明显下降，仅为 47.54%，排名第二的是供给型科技创新政策工具，占比略有增长，为 31.15%，虽然需求型科技创新政策工具仍然排在最后，但占比却大幅上升至 21.31%。第二阶段 3 种科技创新政策工具占比之间的差异较小，体现出与第一阶段的持续低位很大的不同，需求型科技创新政策工具占比增长最快，并且本阶段主题河流图呈现明显的凹凸变化，探索调整的特征很明显。第二阶段供给型、需求型和环境型科技创新政策工具占比的调整和变化最大，环境型科技创新政策工具占比明显降低，是三阶段中唯一一次占比低于 50%。同时需求型科技创新政策工具占比迅速提升，供给型科技创新政策工具占比也略有所提升。第二阶段是自主创新探索期，因此变革和调整剧烈，这一点由图5体现出的第二阶段的波动也可以得到佐证。需求型科技创新政策工具占比的迅速提升说明此时政策决策者意识到了降低科技创新活动中的不确定性对科技事业的发展具有重要意义，因此，迅速增加了需求型科技创新政策工具的运用，如政府采购、贸易管制、技术认定、服务外包和示范工程等。由图 3 可知，科技创新政策工具组合在本阶段得到了更多的重视，但由于快速地剧烈调整，其有序性略显不足。需求型科技创新政策工具数量的增长究其动因是创新环境已得到改善，政策受众的创新活力明显提升，此时需求型科技创新政策工具的运用降低了创新的不确定性风险，起到了为创新“保驾护航”的作用。本阶段三类科技创新政策工具共同助力科技创新事业，中国的科技创新能力显著提升。政策决策者应该总结剧烈的变革调整阶段的经验，优化布局科技创新政策工具及其组合的投放与使用。

（3）第三阶段各类科技创新政策工具占比趋于平衡。

由图 5 及表 2 可知，第三阶段环境型科技创新政策工具数量有所回升，占比为 51.93%，供给型科技创新政策工具则有所下降，占比降低至 26.22%，需求型科技创新政策工具占比持续提升，为三阶段最高水平，达到了 21.85%。第三阶段河流宽度持续增长，“喇叭”型特征最为明显，说明此阶段不仅各类科技创新政策工具的运用有所增加，且更多地采用更有序的政策工具组合的方式运

用。而且第三阶段走势平稳，说明该阶段创新动力足且较为稳定。同时，由图 5 可见，不仅三类科技创新政策工具数量总和持续增长，且均显著呈现“喇叭”形增加，表明此阶段重视政策工具的组合运用。相较于前两个阶段，第三阶段的三类科技创新政策工具增长有序， 为科技创新事业的稳定持续提升提供了助力。第三阶段不同科技创新政策工具占比逐渐趋于平衡，实现了优化组合，这也佐证了现有文献 [6] 中第三阶段进入了创新驱动期，中国科技事业本身已形成了较强的内在创新驱动力，科技进步贡献率已经从 2012 年的 52.2% 逐步增长到 60.0% 以上 [46]。三类科技创新政策工具趋于平稳的动因是随着中国科技创新政策工具的运用，创新活力稳步提升，科技创新进入快速而稳健的发展阶段，而运用科技创新政策工具组合相较于运用单一政策工具的效果更佳 [37–38]，因此采用平衡的政策工具组合是保持中国科技创新事业持续稳步发展的“最优解”。此后中国要重视政策工具有序组合在持续助力科技创新事业发展中的重要作用，政策决策者应持续重视政策工具的优化和布局，持续关注政策工具及其组合的效果，设计政策工具组合的柔性动态调整机制，不断发挥政策工具对科技创新的提升作用。■

参考文献：

[1] AMANKWAH-AMOAH J. The evolution of science, technology and innovation policies: a review of the Ghanaian experience[J]. Technological forecasting & social change, 2016, 83(2): 134-142.

[2] 柳卸林 , 刘建兵 , 贾蓉 . 新世纪促进自主创新的政策 [M]// 中国科技发展战略研究小组 . 中国科技发展研究报告 2006, 北京 : 科学出版社 , 2006: 25.

[3] 赵姗姗 . 基于政策工具的知识产权政策演化研究 [D]. 大连 : 大连理工大学 , 2019.

[4] 陈振明 . 政府工具研究与政府管理方式改进 : 论作为公共管理学新分支的政府工具研究的兴起、主题和意义 [J]. 中国行政管理 , 2004, 20(6): 43-48.

[5] 袁红英 , 石晓艳 . 区域科技创新中心建设的理论与实践探索 [J]. 经济与管理评论 , 2017, 33(1): 134-140.

[6] 郄海拓 , 张志娟 , 何潇 . 中国科技创新政策的发展阶段与重点变迁研究 : 基于 1999—2022 年的政策文本分析 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2023, 38(5): 9-20.

[7] 国务院公报 . 国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006—2020 年)[EB/OL]. [2023-10-10]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240244.htm.

[8] 人民网 . 实施创新驱动发展战略 [EB/OL]. [2023-10-11]. http://theory.people.com.cn/n/2012/1213/c352852-19882832.html.

[9] 张宝建 , 李鹏利 , 陈劲 , 等 . 国家科技创新政策的主题分析与演化过程 : 基于文本挖掘的视角 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2019, 40(11): 15-31.

[10] 钟振清 . 改革开放以来我国少数民族自治区科技政策历史演变及其启示 [J]. 科技中国 , 2022, 17(12): 45-50.

[11] 白旭云 , 张琪睿 . 我国科技创新政策的战略发展与新路径 [J]. 中国行政管理 , 2022, 38(12): 141-143.

[12] 郭孝芝 . 山西省科技创新政策效果评估研究 [D]. 太原 : 太原理工大学 , 2015.

[13] 任锦鸾 , 穆荣平 , 周晓思 . 创新政策研究支持系统构建 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2006, 27(8): 51-55.

[14] ROTHWELL R, ZEGVELD W. Reindustrialization and technology[M]. London: Longman, 1985: 2-278.

[15] EDLER J, GEORGHIOU L. Public procurement and innovation-resurrecting the demand side[J]. Research policy, 2007, 36(7): 949-963.

[16] 范柏乃 , 段忠贤 , 江蕾 . 中国自主创新政策的效应及其时空差异 : 基于省际面板数据的实证检验 [J]. 经济地理 , 2013, 33(8): 31-36.

[17] ROTHWELL R. Public innovation policy: to have or to have not[J]. R&D management, 1986, 16(1): 25-36.

[18] ERGAS H. Does technology policy matter[R]. Washington, D.C.: The National Academies Press, 1987.

[19] LOOMIS J, HELFAND G. Environmental policy analysis for decision making[J]. American journal of agricultural economics, 2001, 85(3):783-785.

[20] BAER M, OLDHAM G R. The curvilinear relation between experienced creative time pressure and creativity: moderating effects of openness to experience and support for creativity[J]. Journal of applied psychology, 2006, 91(4): 963.

[21] RILEY S. Large-Scale spatial-transmission models of

infectious disease[J]. Science, 2007, 316(5829): 1298-1301.

[22] NAG R, CORLEY K G, GIOIA D A. The intersection of organizational identity, knowledge, and practice: attempting strategic change via knowledge grafting[J]. Academy of management journal, 2007, 50(4): 821-847.

[23] FREITAS I M B, TUNZELMANN N V. Mapping public support for innovation: a comparison of policy alignment in the UK and France[J]. Research policy, 2008, 37(9): 1446-1464.

[24] WHITACRE J, BENDER A. Degeneracy: a design principle for achieving robustness and evolvability[J]. Journal of theoretical biology, 2010, 263(1): 143-153.

[25] LOBIANCO A, ESPOSTI R. The regional multi-agent simulator (RegMAS): an open-source spatially explicit model to assess the impact of agricultural policies[J]. Computers &electronics in agriculture, 2010, 72(1): 14-26.

[26] PAPERIN G, GREEN D G, SADEDIN S. Dual-phase evolution in complex adaptive systems[J]. Journal of the royal society interface, 2011, 8(58): 609-629.

[27] 葛丹明 . 江西省农业龙头企业对技术创新政策满意度研究 [D]. 南昌 : 江西农业大学 , 2013.

[28] 赵修卫 . 现代科技创新政策发展的四个特点 [J]. 科学学研究 , 2006, 24(6): 895-900.

[29] KIVIMAA P, KERN F. Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions[J]. Research policy, 2016, 45(1): 205-217.

[30] 徐硼 , 罗帆 . 政策工具视角下的中国科技创新政策 [J]. 科学学研究 , 2020, 38(5): 826-833.

[31] 邱德胜 , 尹姜旭珊 . 基于政策工具视角的中国集成电路创新政策演化研究 [J]. 科技管理研究 , 2022, 42(15): 27-35.

[32] 赵筱媛 , 苏竣 . 基于政策工具的公共科技政策分析框架研究 [J]. 科学学研究 , 2007, 25(1): 52-56.

[33] 王帮俊 , 喻攀 . 光伏产业政策效力和效果评估 : 基于中国 2010-2020 年政策文本的量化分析 [J]. 软科学 , 2022, 36(8): 9-16.

[34] 袁健红 , 龚天宇 , 郭进芬 . 中小企业创新政策效应评价 [J]. 东南大学学报 , 2012, 14(4): 40-45.

[35] DÍAZGARCÍA C, ÁNGELA GM, SÁEMARTÍNEZ F J. Eco-innovation: insights from a literature review[J]. Innovation, 2015, 17(1): 6-23.

[36] MORI D. Market distortions and optimal environmental policy instruments[J]. Journal of regulatory economics, 2017, 52(1): 1-13.

[37] 彭纪生 , 仲为国 , 孙文祥 . 政策测量 , 政策协同演变与经济绩效 : 基于创新政策的实证研究 [J]. 管理世界 , 2008, 24(9): 25-36.

[38] 张永安 , 耿喆 , 李晨光 , 等 . 区域科技创新政策对企业创新绩效的影响效率研究 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2016, 37(8): 82-92.

[39] HAVRE S, HETZLER E, WHITNEY P, et al. ThemeRiver: visualizing thematic changes in large document collections[J]. IEEE transactions on visualization & computer graphics, 2002, 8(1): 9-20.

[40] HAVRE S, HETZLER B, NOWELL L. ThemeRiver: Visualizing theme changes over time[C]//IEEE Symposium on Information Visualization 2000. Salt Lake City: IEEE, 2000: 115-123.

[41] 易小群 . 面向智慧出行的酒店评论数据可视化技术研究与实现 [D]. 成都 : 西南交通大学 , 2019.

[42] DORK M, GRUEN D, WILLIAMSON C, et al. A visual backchannel for large-scale events[J]. IEEE transactions on visualization & computer graphics, 2010, 16(6): 1129-1138.

[43] GUO H, WANG Z, YU B, et al. TripVista: triple perspective visual trajectory analytics and its application on microscopic traffic data at a road intersection[C]//IEEE Pacific Visualization Symposium. Hong Kong: IEEE, 2011: 163-170.

[44] SHI C, CUI W, LIU S, et al. RankExplorer: visualization of ranking changes in large time series data[J]. IEEE transactions on visualization & computer graphics, 2012, 18(12): 2669-2678.

[45] 甄远刚 , 陈谊 , 刘莹 , 等 . 一种基于 ThemeRiver 模型的非连续层次数据可视化方法 [J]. 系统仿真学报 , 2015, 27(10): 2460-2466, 2474.

[46] 吴善超 . 科技是第一生产力 [EB/OL]. [2023-10-14]. http://opinion.people.com.cn/n1/2023/0110/c1003-32603011.html.

（下转第76页）

Mechanisms for Strategic Scientists Development and Use in the U.K.

XIE Huiping, JIANG Sunan
(Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: As the leading center of modern scientific revolution and industrial revolution, the U.K. has a broad and deep science base and a unique science culture that respects science and encourages innovation. The role of scientists in improving RDI (research, development and innovative) performance cannot be ignored. Although there is no definition precisely coined as "strategic scientists", the U.K. has established a series of mechanisms and platforms to develop scientists of this importance and give full play to their roles in research governance and government decision-making. This paper mainly elaborates on the roles of strategic scientists in the U.K., the mechanisms for training, using and attracting these scientists in the U.K., as well as implications for the development of talent training and use mechanism of strategic scientists in China.

Keywords: the U.K.; strategic scientist; training and development; funding

(上接第23页)

Evolution Process of Science and Technology Innovation Policy Tools in China from 1999 to 2022

QIE Haituo[1], YAO Yufei[2], WANG Wanqiu[3], ZHANG Zhijuan[1]
(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038;
2. School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044;
3. College of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124)

Abstract: In order to support the decision-making of policy tools layout, the evolution process of policy tools in different stages of science and technology innovation in China is demonstrated. This paper took the sample of China's national science and technology innovation policies from 1999 to 2022 as the research object, and researched the evolutions of policy tools in three stages in this period. Based on Python software, the ThemeRiver model was constructed to visualize the evolution process of supply-side policy tools, demand-side policy tools and environmental policy tools based on thematic river maps. The results showed that in the first stage, environmental policy tools were the main ones. In the second stage, the demand-side policy tools are growing rapidly. In the third stage, the proportion of various kinds of tools tended to balance. This paper made the following policy recommendations. Policy makers should objectively understand the evolution stage of science and technology innovation policy tools. Policy makers should also sum up the experience of the stage of drastic change and adjustment, and optimize the placement and use of policy tools and their combinations. They should also continue to pay attention to the optimization and layout of policy tools, and design a flexible dynamic adjustment mechanism of policy tool combinations, so as to continuously play the role of policy tools to promote scientific and technological innovation.

Keywords: policy tools; science and technology innovation policy; thematic river map